

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0040465  
Application Number

출원년월일 : 2002년 07월 11일  
Date of Application JUL 11, 2002

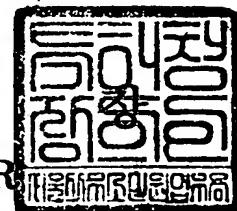
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체  
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.

2003 년 04 월 16 일



특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법에 관한 것으로, 연마 공정 진행 중에 배수되는 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질의 농도 변화 또는 연마정지층의 물질의 농도 변화를 모니터링하고, 모니터링된 농도 변화 데이터 값에 따라 연마 공정 조건을 적절하게 조절하거나 연마 공정을 종료하도록 하므로, 초기연마층의 물질 및 연마정지층의 물질의 종류에 관계없이 연마 종료 시점을 정확히 검출할 수 있어 연마 공정의 재현성을 향상시킬 수 있는 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법에 관하여 기술된다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

화학적 기계적 연마, EPD 시스템

**【명세서】****【발명의 명칭】**

화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법{Method of detecting a polishing end point in chemical mechanical polishing process}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 설명하기 위한 CMP 장비의 개략도.

도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 실시예에 따른 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 설명하기 위한 소자의 단면도.

도 3은 화학적 기계적 연마 공정의 진행에 따라 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질 및 연마정지층의 물질의 농도 변화 그래프.

**<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>**

11: 폴리서      12: 연마 테이블

13: 캐리어      14: EPD 시스템

15: 센서      16: 연마 폐수

21: 웨이퍼      22: 연마정지층

23: 초기연마층

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10> 본 발명은 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법에 관한 것으로, 특히 화학적 기계적 연마 공정에서 최종 연마 상태를 자동으로 인식하여 공정을 조절하는 종료 시점 검출(end point detection) 기술에서, 연마 폐수의 농도 변화를 이용하므로, 연마 종료 시점 검출을 용이하게 할 뿐만 아니라 연마 공정의 재현성을 향상시킬 수 있는 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법에 관한 것이다.

<11> 일반적으로, 반도체 소자의 제조 공정에 적용되는 공정 중 화학적 기계적 연마 공정에서, 최종 연마 상태를 자동으로 인식하여 공정을 조절하는 종료 시점 검출(end point detection; EPD) 기술은 패드와 웨이퍼 간의 마찰력의 변화, 패드 온도의 변화를 이용하는 방법에서부터 시작하여 광원을 적용하는 방법까지 광범위하게 이용되고 있다. 마찰력을 이용하는 방식과는 달리 최근에는 EPD 소스로 광원을 이용하면서 슬러리의 선택비와 관계없이 이종(異種) 박막을 연마하는 광원 EPD가 광범위하게 적용되고 있다. 그러나, 광원 EPD는 연마 중 웨이퍼 전면에 광원이 주사되어야 하기 때문에 광원이 통과할 수 있는 윈도우 패드와 플레튼(platen)에 관련된 장치가 설치되어야 했다. 따라서, 장비 제작 당시부터 이와 같은 상황을 고려해야 하고, 문제점이 있다 할지라도 쉽게 변경하기 어려운 단점을 안고 있다. 소모품으로 사용되는 윈도우 패드는 윈도우 부분의 재질이 연마포와 동일하면서 빛이 투과할 수 있도록 설계되어야 하며, 연마포와의 경계부분이 슬

려리와 같은 액체가 침투할 수 없도록 치밀해야 하고 웨이퍼에 스크래치를 유발시키지 말아야하는 등의 까다로운 조건 때문에 단가가 비싼 단점이 있다. 또한, 장시가 사용시 원도우 부분에 액체가 침투하여 광원의 불량 및 시그널의 변조 등의 문제점 때문에 공정 재현성이 저하되는 등의 문제점을 지니고 있었다. 현재 많이 적용되는 광원 EPD 방식의 문제점 중 하나는 연마 대상막의 종류에 따라 공정 재현성이 크게 차이가 난다는 점이다. 일반적으로, 금속 화학적 기계적 연마에서 배선 금속과 배리어 메탈의 전이는 광원 EPD에서 쉽게 인식하기 때문에 공정 재현성이 높은 편이나, 배리어 메탈과 층간 절연막의 전이는 연마 대상막에 따라 인식률이 크게 차이가 나기 때문에 연마 시간으로 공정을 조절하고 있는 추세이다. 예를 들어, 다마신 기법으로 구래 배선을 형성하는 공정에서, 구리(Cu)층과 탄탈륨(Ta)층 전이는 EPD에 의해 공정을 조절하지만 탄탈륨층과 절연막은 EPD에 의한 인식이 불가하여 시간에 의해 연마 공정을 조절한다..

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<12> 따라서, 본 발명은 광원 EPD 방식을 사용하지 않고 연마 폐수의 농도 변화를 이용 하므로, 상기한 종래 문제점을 해결하면서 연마 종료 시점 검출을 용이하게 할 뿐만 아니라 연마 공정의 재현성을 향상시킬 수 있는 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

<13> 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법은 연마 공정 진행 중에 배수되는 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질의 농도 변화 또는 연마정지층의 물질의 농도 변화를 센서에서 인식하는 단계; 상기 센서에 의해 인식된 정보를 EPD 시스템에서 데이터화하는 단계; 상기 데이터

결과를 폴리서에 실시간으로 피드백하되, 상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 없다는 결과를 얻으면 최초 연마 공정 조건으로 연마 공정을 계속 진행하는 단계; 상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 줄어들고, 상기 연마정지층의 물질의 농도가 증가되는 결과를 얻으면, 연마 압력을 낮추어 연마 공정을 진행하는 단계; 및 상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 줄어들지 않고 농도가 일정하게 유지되고, 상기 연마정지층의 물질의 농도 변화가 증가되지 않고 농도가 일정하게 유지되는 결과를 얻으면, 상기 EPD 시스템은 상기 폴리서에 연마 공정 스텝 시그널을 보내어 연마 공정을 종료하는 것을 특징으로 한다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<14> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

<15> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 설명하기 위한 CMP 장비의 개략도이다.

<16> 본 발명의 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법에 적용되는 CMP 장비는 기존의 구성 요소 즉, 폴리서(pоли́шер; 11), 연마 테이블(polishing table; 12), 캐리어(carrier(13) 및 EPD 시스템(14)을 포함하여 이루어지고, 이러한 구성에 EPD

시스템(14)과 연결되는 센서(15)를 연마 테이블(12) 주변의 연마 폐수(16)가 배수되는 지점에 설치한다.

<17> 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 실시예에 따른 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 설명하기 위한 소자의 단면도이고, 도 3은 화학적 기계적 연마 공정의 진행에 따라 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질 및 연마정지층의 물질의 농도 변화 그래프이다. 도 1과 함께 도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명의 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 상세히 설명하면 다음과 같다.

<18> 웨이퍼(21) 상에 연마정지층(22)이 형성되고, 연마정지층(22) 상에 초기연마층(23)이 형성되고, 이 웨이퍼(21)를 연마 테이블(12)에 로딩시키는데, 연마 전 상태를 나타내는 제 1 시점(T1)까지의 농도 변화 그래프에 나타난 바와 같이, 연마가 시작되기 전이므로 센서(15)에서 농도 변화가 인식되지 않기 때문에 초기연마층(23)의 물질의 농도 변화 및 연마정지층(22)의 물질의 농도 변화가 없다(도 2a).

<19> 연마 공정이 시작되면 연마 폐수(16)가 배수되고, 배수되는 연마 폐수(16)에 함유된 초기연마층(23)의 물질의 농도 변화 또는 연마정지층(22)의 물질의 농도 변화를 센서(15)에서 인식하고, 센서(15)에 의해 인식된 정보를 EPD 시스템(14)에서 데이터화하여 그 결과를 폴리서(11)에 실시간으로 피드백(feedback)한다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 연마 공정이 시작되어 초기연마층(23)이 연마되는데, 제 1 시점(T1)으로부터 제 2 시점(T2)까지의 농도 변화 그래프에 나타난 바와 같이 연마 공정 초기에는 초기연마층(23)의 물질의 농도가 서서히 증가되고, 연마정지층(22)의 물질의 농도는 변화가 없으며 (연마정지층의 물질층의 연마가 이루어지지 않았기 때문에 연마 폐수에 연마정지층의 물질이 함유되어 있지 않은 상태임), 제 2 시점(T2)으로부터 제 3 시점(T3)까지의 농도 변

화 그래프에 나타난 바와 같이 연마 공정 중반에는 증가된 농도가 일정하게 유지되며, 연마정지층(22)의 물질의 농도는 연마 공정 초기와 변화가 없다. 제 1 시점(T1)으로부터 제 3 시점(T3)까지의 농도 변화를 센서(15)에서 인식하고, 센서(15)에 의해 인식된 정보를 EPD 시스템(14)에서 데이터화하여 그 결과를 폴리서(11)에 실시간으로 피드백(feedback) 하면, 연마 공정은 최초 연마 조건대로 진행된다.

<20>       제 3 시점(T3)으로부터 제 4 시점(T4)까지의 농도 변화 그래프에 나타난 바와 같이 연마 공정 후반에는 초기연마층(23)의 물질의 농도가 줄어들고, 연마정지층(22)의 물질의 농도가 증가하는데, 이러한 농도 변화 결과를 EPD 시스템(14)에서 폴리서(11)로 피드백하면, 이 결과에 의해 CLC(closed loop control) 시스템에서 연마 압력을 자동으로 낮추도록 하는 등 연마 공정을 마무리하는 작업에 들어간다(도 2c).

<21>       제 4 시점(T4) 이후의 농도 그래프에 나타난 바와 같이, 초기연마층(23)의 물질의 농도가 줄어들 대로 줄어들어 저농도가 일정하게 유지되고, 연마정지층(22)의 물질의 농도가 고농도로 일정하게 유지되는데, 이러한 농도 변화 결과를 EPD 시스템(14)이 얻으면, 초기연마층(23)의 연마가 완료되었다고 판단하여 공정 스톱 시그널을 폴리서(11)에 보내어 연마 공정이 종료되도록 한다(도 2d).

<22>       상기한 본 발명의 실시예에서, 농도의 측정 방법은 직접 농도의 절대값을 측정하거나, 농도의 변화를 측정하는 방법을 사용할 수 있다. 연마 폐수(16)가 한쪽으로 즉, 센서(15)에 모아 떨어지도록 장비 구조에서 연마 테이블(12)을 일정 각도 이상 기울이도록 제작할 수 있다.

<23> 한편, 상기 본 발명의 실시예에서는 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질의 농도 및 연마정지층의 물질의 농도 변화를 인식하는 센서를 이용하여 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법을 설명하였지만, 이러한 원리를 이용하여 여러 다른 실시예를 제시할 수 있다. 즉, 연마 폐수에서 특정 원소의 농도를 측정하여 웨이퍼의 연마 상태를 제어할 수 있고, 연마 상태 변화에 따라 연마 폐수에 나타나는 물리화학적 변화 값을 측정하여 웨이퍼의 연마 상태를 제어할 수 있고, 연마 폐수에서의 특정 원소의 이온 전도도, 혼탁도, 비중, 점도 등을 실시간으로 측정하여 웨이퍼의 연마 상태를 제어할 수 있다.

### 【발명의 효과】

<24> 상술한 바와 같이, 본 발명은 연마 폐수의 농도 변화를 이용하므로, 슬러리의 선택비 여부 또는 연마 대상 물질의 종류에 관계 없이 공정을 모니터링할 수 있으며, 공정 재현성을 향상시킬 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

연마 공정 진행 중에 배수되는 연마 폐수에 함유된 초기연마층의 물질의 농도 변화 또는 연마정지층의 물질의 농도 변화를 센서에서 인식하는 단계;

상기 센서에 의해 인식된 정보를 EPD 시스템에서 데이터화하는 단계;

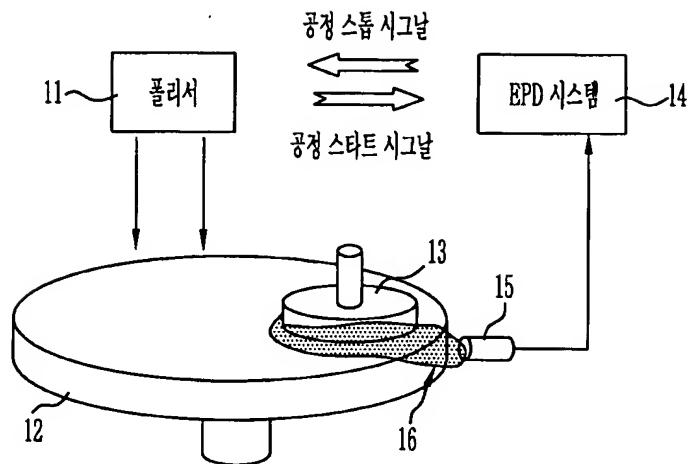
상기 데이터 결과를 폴리서에 실시간으로 피드백하되, 상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 없다는 결과를 얻으면 최초 연마 공정 조건으로 연마 공정을 계속 진행하는 단계;

상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 줄어들고, 상기 연마정지층의 물질의 농도가 증가되는 결과를 얻으면, 연마 압력을 낮추어 연마 공정을 진행하는 단계; 및

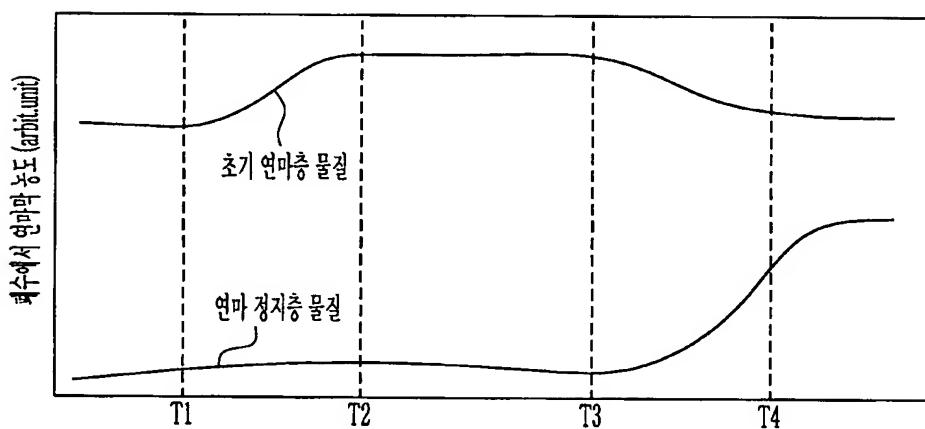
상기 초기연마층의 물질의 농도 변화가 줄어들지 않고 농도가 일정하게 유지되고, 상기 연마정지층의 물질의 농도 변화가 증가되지 않고 농도가 일정하게 유지되는 결과를 얻으면, 상기 EPD 시스템은 상기 폴리서에 연마 공정 스텁 시그널을 보내어 연마 공정을 종료하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 공정의 연마 종료 시점 검출 방법.

## 【도면】

【도 1】



【도 3】



【도 2】

